

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ  
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ  
ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ**

**Мучинский А.В., к.т.н., доцент**

**Королевич Н.Г., к.э.н., доцент**

**Мисун В.Л., ст. преподаватель**

**Зеленовский А.А., к.э.н., профессор**

**Беликов С.Н., ст. преподаватель**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск*

**Ключевые слова:** машинно-тракторный агрегат; производительность; годовая наработка; расход топлива; себестоимость механизированных работ; приведенные затраты; срок окупаемости.

**Key words:** machine-tractor unit; performance; annual operating time; fuel consumption; the cost of mechanized work; reduced costs; payback period.

**Аннотация:** в статье рассмотрены принципиально новые подходы технико-экономической оценке инженерных решений в растениеводстве. А именно: при определении годового объема работ; при расчете расхода топлива; при определении срока окупаемости дополнительных капитальных вложений расчеты ведутся не на основе эксплуатационных затрат, а на основе себестоимости механизированных работ, что соответствует существующим стандартам.

**Summary:** the article considers fundamentally new approaches to the technical and economic assessment of engineering solutions in crop production. Namely: in determining the annual volume of work; when calculating fuel consumption; when determining the payback period of additional capital investments, calculations are carried out not on the basis of operating costs, but on the basis of the cost of mechanized work, which corresponds to existing standards.

**Введение.** Целью технико-экономической оценки модернизации машины в дипломном проекте является определение целесообразности вложения дополнительных капитальных вложений в инженерное решение, которое должно подтверждаться рядом технико-экономических показателей. Существующая методика имеет ряд неточностей, которые не в полной мере позволяют дать объективную оценку того или иного инженерного решения.

**Основная часть.** Исходные данные для оценки инженерного решения, связанные с модернизацией машинно-тракторного агрегата берутся в организации, где студент проходит преддипломную практику и осуществляет внедренческую деятельность, а также из расчетно-пояснительной записки дипломного проекта и других информационных источников.

Капитальные вложения на модернизацию машины включают в себя средства, направляемые на усовершенствование агрегатов, узлов и деталей сельхозмашин, затраты, связанные с их монтажом, обкаткой и пр..

Производительность машинно-тракторного агрегата(самоходной машины) на полевых механизированных работах за час сменного времени ( $W_{чсм}$ ) определяется по формуле:

$$W_{чсм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (1)$$

где  $B_p$  – рабочая ширина агрегата, м;

$V_p$  – рабочая скорость агрегата, км/ч;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены.

Годовой объем работы ( $W_r$ ), выполняемый сельскохозяйственной машиной, согласно существующей методике определяется по формуле:

$$W_r = W_{чсм} \cdot T_z, \quad (2)$$

где  $T_z$  – годовая наработка машины, ч.

В этом случае мы не учитываем, что годовая наработка машины соответствует продолжительности времени выполнения основной работы. С учетом этого формула должна иметь следующий вид:

$$W_r = \frac{W_{чсм} \cdot T_z}{\tau}, \quad (3)$$

Это позволит реально определить годовой объем работ машиной.

Что касается расхода топлива на полевых механизированных работах, мы должны учитывать расход топлива при выполнении основной работы, а также расход топлива на холостом ходу, т.е. при разворотах, заездах и т.п. и остановках с работающим двигателем. Существующая методика экономической оценки этого не учитывает, хотя в инженерной литературе это присутствует. На основании вышеизложенного расход основного топлива на единицу продукции (работы)  $\Theta$  (кг/га (т)) должен определяться по формуле:

$$\Theta = \frac{G_{Tp} \cdot T_p + G_{Tx} \cdot T_x + G_{To} \cdot T_o}{W_{см}}, \quad (4)$$

где  $G_{Tp}$ ,  $G_{Tx}$ ,  $G_{To}$  – часовой расход топлива соответственно при рабочем ходе агрегата, холостом ходе и остановках, кг/ч;

$T_p, T_x, T_o$  – соответственно основное время работы, время холостых поворотов и заездов, время остановок с работающим двигателем, ч.

Для определения расхода топлива на разных режимах работы двигателя предварительно определим номинальный часовой расход топлива по следующей зависимости:

$$G_{Tн} = q_{en} \cdot N_{en} / 1000, \quad (5)$$

где  $q_{en}$  – удельный эффективный расход топлива при номинальном режиме работы двигателя, г/(кВт·ч);

$N_{en}$  – номинальная мощность энергосредства, кВт.

Удельный расход топлива на единицу работы двигателя принимается по технической характеристике энергетического средства, приведенной в техническом паспорте завода-изготовителя или справочной литературе. Для большинства тракторных двигателей его значение 240–260 г/кВт·ч.

Часовой расход топлива, при выполнении основной работы, определим по формуле:

$$G_{Tp} = q_{en} \cdot N_{en} \cdot \alpha / 1000, \quad (6)$$

где  $\alpha$  – коэффициент использования мощности двигателя для рассматриваемого производственного процесса (работы).

Расход топлива при холостом ходе составляет  $(0,27 - 0,30) \cdot G_{Tн}$ , а на остановках с работающим двигателем –  $(0,12 - 0,15) \cdot G_{Tн}$ .

Себестоимость механизированных работ ( $I_n$ ), руб./га (т), вычисляют по формуле:

$$I_n = S_{зп} + S_{тсм} + S_{то} + S_a + S_{xp} + S_{np} + I_{np} + I_d + I_3 + I_k + \Phi, \quad (7)$$

где  $S_m$  – затраты на оплату труда с отчислениями обслуживающего персонала, руб./га (т);

$S_{тсм}$  – затраты на топливно-смазочные материалы (ТСМ) и электроэнергию, руб./га (т);

$S_{то}$  – затраты на техническое обслуживание и ремонт, руб./га (т);

$S_a$  – отчисления на амортизацию, руб./га (т);

$S_{xp}$  – затраты на длительное хранение и страхование технических средств, руб./га (т);

$S_{np}$  – прочие затраты, руб./га (т);

$I_{np}$  – издержки от потерь продукции, технологических материалов, руб./га (т);

$I_d$  – издержки от повреждения продукта, руб./га (т);

$I_3$  – издержки от засоренности продукта, руб./га (т);

$I_k$  – издержки от качества продукции, руб./га (т);

$\Phi$  – прямые затраты на вспомогательные материалы, руб./га (т).

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала с отчислениями ( $S_{зп}$ ), руб./га (т), определяют по формуле:

$$S_{зп} = \frac{1}{W_{чсм}} \sum L_j \cdot t_j \cdot K_{ув} \cdot K_{соц}, \quad (8)$$

где  $W_{чсм}$  – производительность агрегата за час сменного времени, га (т)/ч;

$L_j$  – количество единиц обслуживающего персонала по  $j$ -му разряду, чел.;

$t_j$  – часовая тарифная ставка оплаты труда обслуживающего персонала по  $j$ -му разряду с учетом надбавки за стаж, квалификацию, доплаты за продукцию, оплаты отпусков и отчислений, руб./ч;

$K_{ув}$  – коэффициент, учитывающий надбавки за стаж, доплаты за квалификацию, за продукцию, оплаты отпусков, руб./ч;

$K_{соц}$  – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды.

Затраты средств на ТСМ и другие энергоресурсы ( $S_{тсм}$ ), руб/га (т), вычисляют по формуле:

$$S_{тсм} = \Theta \cdot \Pi_{т} \cdot K_{мс}, \quad (9)$$

где  $\Theta$  – удельный расход топлива кг/га (т);

$\Pi_{т}$  – цена одного килограмма топлива, руб./кг;

$K_{мс}$  – коэффициент учета стоимости смазочных материалов (отечественной техники и стран СНГ – 1,10; зарубежной – 1,25).

Затраты на потребляемую электроэнергию, кВт-ч/га (т):

$$S_{эл} = \Theta_e \cdot \Pi_e, \quad (10)$$

где  $\Theta_e$  – удельный расход электроэнергии, кВт-ч/га (т);

$\Pi_e$  – действующий тариф на электроэнергию, руб./кВт-ч.

Затраты средств на ремонт и техническое обслуживание сельскохозяйственной техники ( $S_{то}$ ), руб./га (т), определяют по формуле:

$$S_{то} = \frac{1}{100W_{ч}} \sum \frac{B_j r_{тj}}{T_j}, \quad (11)$$

где  $B_j$  – балансовая цена  $j$ -той машины (трактора при агрегатировании  $j$ -той машины), руб.;

$r_{тj}$  – норматив затрат на техническое обслуживание и ремонт  $j$ -той машины, %;

$T_j$  – годовая загрузка  $j$ -той машины (трактора), ч.

Затраты на хранение и страхование техники ( $S_{\text{xp}}$ ) могут быть определены по комплексному нормативу среднегодовых затрат в процентах от балансовой стоимости машины, для чего используют следующую формулу:

$$S_{\text{xp}} = \frac{1}{100W_{\text{ч}}} \sum \frac{B_j a_{\text{xp}j}}{T_{\Gamma_j}}, \quad (12)$$

где  $a_{\text{xp}j}$  – нормы отчислений на страхование и хранение  $j$ -той машины (для энергетического средства 1–3 %, для сельскохозяйственной машины 3–5 %).

Прочие затраты ( $S_{\text{пр}}$ ) включают налоги и местные сборы, которые прямо или косвенно относятся на производственные затраты по использованию сельскохозяйственной техники, но не зависят от интенсивности ее использования: плата за ежегодный технический осмотр, арендная плата, оплата информационно-консультационных и иных услуг и т. п. Эти затраты исчисляются в соответствии с нормативными документами и заключенными договорами.

В дипломном проекте прочие удельные суммарные затраты (переменные и постоянные) могут быть приняты около 5–10 % от прямых эксплуатационных затрат (затраты на оплату труда, топливно-смазочные материалы (электроэнергию), техническое обслуживание и ремонт):

$$S_{\text{пр}} = 0,1(S_{\text{зп}} + S_{\text{тсм}}(S_{\text{эл}}) + S_{\text{то}}) \quad (13)$$

Издержки от потерь продукции ( $I_{\text{пр}}$ ) или технологических материалов (руб./ га (т)) по уборочной и сельскохозяйственной технике вычисляют по формуле:

$$I_{\text{пр}} = \frac{X_{\text{п}} Y_{\text{п}} (M_{\text{т}}) \Pi_{\text{п}}}{100}, \quad (14)$$

где  $X_{\text{п}}$  – потери продукта, технологических материалов по отношению к урожайности, к нормам внесения технологических материалов на гектар площади (норма высева семян, внесения удобрений и т. д.), %;

$Y_{\text{п}} (M_{\text{т}})$  – урожайность продукта или норма внесения технологических материалов, т/га;

$\Pi_{\text{п}}$  – цена продукта, технологического материала (без НДС), руб./т.

Издержки от повреждения продуктов ( $I_{\text{д}}$ ) (руб./ га (т)), по уборочной технике вычисляют по формуле:

$$I_{\text{д}} = \frac{X_{\text{д}} Y_{\text{п}} (\Pi_{\text{п}} - \Pi_{\text{д}})}{100}, \quad (15)$$

где  $X_{\text{д}}$  – повреждение продукта по отношению к урожайности, %;

$\Pi_d$  – цена поврежденного продукта, руб./т.

*Издержки от засоренности продукта* ( $I_3$ ) (руб./ га (т)) по уборочной технике вычисляются по формуле:

$$I_3 = \frac{X_3 \cdot Y_{\text{п}} (\Pi_{\text{п}} - \Pi_3)}{100}, \quad (16)$$

где  $X_3$  – засоренность, загрязненность продукта по отношению к урожайности, %;

$\Pi_3$  – цена засоренного, загрязненного продукта (без НДС), руб./т (при отсутствии данных берется на уровне 80–95 % по отношению к цене реализации).

*Издержки от качества продукции* ( $I_{kj}$ ), (руб./ га (т)) (зерноочистительные агрегаты, зерноочистительно-сушильные комплексы, картофелесортировальные пункты и т. п.) вычисляются по формуле:

$$I_{kj} = \Pi_{\text{кон}j} - \Pi_{\text{исх}j}, \quad (17)$$

где  $\Pi_{\text{кон}j}$  – цена конечного продукта (без НДС) с учетом классности, кондиции по  $j$ -той технике, руб./га (т);

$\Pi_{\text{исх}j}$  – цена исходной продукции (без НДС) с учетом классности, кондиции по  $j$ -той технике, руб./ га (т).

*Прямые затраты на вспомогательные материалы* ( $\Phi$ ) включают технологические материалы (шпагат, проволока, тара и т. д.):

$$\Phi = m_i \cdot \Pi_{mi}, \quad (18)$$

где  $m_i$  – количество израсходованного  $i$ -го технологического материала, кг (шт.)/ га (т);

$\Pi_{mi}$  – цена  $i$ -го технологического материала, руб./кг (шт.).

После расчетов себестоимости механизированных работ по базовому и проектируемому вариантам определяем эффективность дополнительных капитальных вложений в модернизацию (конструкторскую разработку).

*Прирост прибыли* ( $\mathcal{E}_n$ ) рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_n = (I_{n1} - I_{n2}) \cdot W_{r2}, \quad (19)$$

где  $I_{n1}$ ,  $I_{n2}$  – себестоимость механизированных работ по базовой и модернизированной (новой) технике соответственно, руб./га (т);

$W_{r2}$  – годовой объем работ модернизированной техники, га (т).

Степень эффективности снижения себестоимости механизированных работ по модернизированной (новой) технике (Р), вычисляются по формуле:

$$P = \frac{\mathcal{E}_n}{I_{n1} \cdot W_{z2}} \cdot 100 \quad (20)$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений ( $T_\phi$ ) вычисляются по формуле:

$$T_\phi = \frac{\Delta K}{\mathcal{E}_n}, \quad (21)$$

где  $\Delta K$  – дополнительные капитальные вложения, руб.

Фактический коэффициент экономической эффективности капитальных вложений можно найти из выражения

$$E_\phi = \frac{I_{n1} - I_{n2}}{K_{y02} - K_{y01}}, \quad (22)$$

где  $K_{y02}$ ,  $K_{y01}$  – удельные капитальные вложения в проектное и базовом вариантах соответственно, руб./га(т)

Для сельского хозяйства нормативный коэффициент эффективности равен 0,2. Если фактический коэффициент экономической эффективности больше нормативного проектное решение целесообразно.

**Заключение.** На основании экономического анализа дается обобщенный вывод об эффективности использования в сельскохозяйственном производстве модернизированной техники. Приводятся основные показатели целесообразности модернизации машинно-тракторного агрегата.

### Список использованной литературы

1. Экономическая оценка инженерных решений при производстве продукции растениеводства. Дипломное проектирование: учебно-методическое пособие / сост.: Н.Г. Королевич [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2018. – 172 с.

2. Научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса «Агропанорама» № 3 август 2019.

3. Научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса «Агропанорама» № 5 октябрь 2019.

4. Эксплуатация сельскохозяйственной техники: учебник для учащихся специальности «Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства» учреждений обеспечивающих получение сред. спец. образования / Ю.В. Бутько [и др.]; под ред. Ю.В. Бутько. – Мн.: Беларусь, 2006. – 510 с.: ил.

5. Технический кодекс установившейся практики. Сельскохозяйственная техника. Методы экономической оценки. Порядок определения показателей (ОСТ 10 2. 18-2001 MOD). Минсельхозпрод. Минск.